

무선통신 환경에서 가중치를 가진 방향 그래프를 이용한 효율적인 핸드오프 기법

박설민⁰, 박 준, 황부현
전남대학교 전산학과

{seolmin⁰, kingrion, bhhwang}@sunny.chonnam.ac.kr

Efficient Handoff Scheme Using Weighted Digraph in Mobile Computing Environments

Seol Min Park⁰ Joon Park Bu Hyun Hawang
Dept. of Computer Science, Chonnam National University

요 약

이동 통신 시스템의 가장 큰 특징 중의 하나가 이동노드의 이동성을 보장하기 위한 핸드오프 기술이다. 그러나 핸드오프 시에 발생하는 패킷의 손실은 지연에 민감하거나 또는 실 시간성을 요하는 서비스에서 요구하는 조건을 만족시키지 못할 경우가 있다. 이에 이동노드가 외부 네트워크로 이동하는 경우 낮은 지연을 가지는 핸드오프 방법으로 사전등록 핸드오프 방법이 있다. 사전등록 핸드오프는 히스토리 파일에 있는 임의의 한 이동노드가 전에 방문한 셀들에 대한 정보를 사용하여 이동 전에 등록에 관한 패킷을 다음 이동할 셀 외부에이전트에게 미리 전송하고 이동을 하는 방법이다. 그러나 히스토리 파일은 이동노드가 외부네트워크를 방문했던 횟수대로 구성되기 때문에 이를 사용했을 때 잘못된 이동 예측이 발생할 수 있다. 이 논문에서는 이동노드의 외부 네트워크 방문 히스토리를 현 이동노드가 위치한 셀의 기준 값을 고려하고, 방향그래프(Directed Graph) 형식으로 작성한 히스토리 파일을 이용하여 잘못된 이동 예측을 방지하는 기법을 제안한다.

1. 서 론

휴대용 컴퓨터나 개인 휴대 정보단말기(PDA)와 같은 이동 단말 기술과 무선통신 기술의 발전에 따라 인터넷은 이동성을 지원하는 무선기반의 차세대 응용으로 발전하고 있다. IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 이에 따라 기존의 IP 기술에 이동성을 지원하도록 하는 모바일 IP 기술을 표준화하고 있다[1]. 그러나, 현재 인터넷에서의 호스트의 이동성을 지원하기 위한 표준인 Mobile IP는 비교적 큰 이동인 Macro 이동성에 적합하게 설계되어 있어, 사용자의 이동이 많은 무선 접근(access) 망에 적용하였을 경우에는 잦은 핸드오프를 하게 된다[2]. 그로 인한 잦은 위치등록으로 패킷(packet)의 손실이 발생하며, 등록 메시지로 인한 망의 부하 증가 등 많은 문제를 가지게 된다.

이 논문에서는 히스토리 파일을 현재 이동노드의 위치를 고려하여 이동했던 경로 중 특정 셀에 대해 몇 번 방문했는지에 대한 횟수를 그래프의 에지의 레이블로 갖는 방향그래프(Directed Graph)로 표현함으로써 핸드오프 중 발생하는 잘못된 사전등록을 최소화 할 수 있는 효율적인 핸드오프 기법을 제시한다.

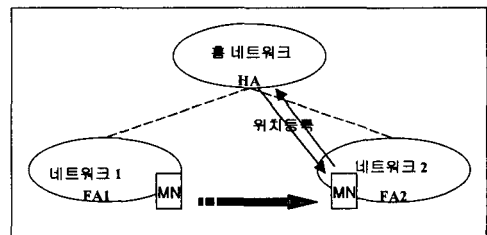
이 논문의 구성을 다음과 같다. 2장에서는 본 논문과 관련된 연구로서 Mobile IP에서 위치등록과정과 등록에 관련된 핸드오프 기법들을 살펴보고, 3장에서는 제안하고자 하는 모바일 환경에서 핸드오프의 성능을 향상시키는 방향그래프로 표현한 히스토리 파일을 소개하고, 4장에서는 결론 및 향후 연구과제를 다루고자 한다.

2. 관련연구

2.1 위치등록기법

모바일 환경에서 이동노드는 COA(Care Of Address) 변경 시 반드시 홈 에이전트에 등록을 해야한다. 이동노드(MN: Mobile Node)는 홈 네트워크에서 할당받은 홈 주소(Home Address)를 가지며 홈 네트워크에서는 이동노드의 이동을 관리하는 홈 에이전트(HA: Home Agent)가 있다[3]. 핸드오프 시 이동노드는 외부네트워크에서 하나의 COA를 얻게되고, 그 COA를 HA에게 알려줌으로써 이동노드의 위치에 상관없이 지속적인 통신을 가능하게 한다[4,5]. 이러한 위치등록기법은 [그림 1]과 같다.

그러나 이동노드가 빈번하게 이동하는 경우 그때마다 HA에게 자신의 위치를 등록시키는 과정을 거치기 때문에 등록과정에서 발생하는 패킷의 전송지연(delay), 손실(loss), 재전송(repeat)에 따른 부하(overhead)의 문제가 발생한다[5].



[그림 1] MH의 위치등록과정

2.2 핸드오프 시 위치등록에 관한 기존연구

이러한 문제점을 해결하기 위해 LRFA(Local Root Foreign Agent)는 이동노드의 핸드오프 시, COA를 제공해주는 지역적인 루트 FA를 여러 개 둬으로써 무선도메인의 루트의 부담을 완화시켰다[5]. 무선 도메인에서 최상위 에이전트는 도메인에 들어와 있는 모든 이동노드의 등록을 관리하기 때문에 많은 부담을 갖게 된다. 이동노드는 처음 무선도메인에 들어왔을 때 최상위 루트, 즉 GFA(Gateway Foreign Agent)에게 COA를 알려주고 그 이후에는 LRFA 가능메시지와 거부메시지를 통해 이동노드의 등록을 처리하게 하였다. 이것은 무선 도메인에서 이동노드의 핸드오프 시 새로운 패스에 의해 이동노드가 한 셀에만 머물 경우 갑자기 많은 데이터가 들어오게 된다. 이를 해결하기 위해 이동노드의 위치등록으로 인해 생기는 최상위 에이전트의 부담을 줄이기 위한 방법이다.

이동방지 알고리즘은 이동노드가 최근에 수신 받은 방송값과 현재 이동노드가 가지고 있는 방송값을 비교하여 재등록 과정에서 메시지 교환을 생략하는 기법이다[6]. 이것은 이동노드 이동이 빈번하거나 기존의 셀로 되돌아오는 경우 COA를 재 설정하고, 등록에 따른 메시지 전송이 증가함으로써 오버헤드가 상당히 증가한다는 문제점을 해결하기 위해 제안된 기법이다.

이동예측기법은 모바일 환경에서 이동노드가 움직임을 추적하여 이동방향을 예측하여 등록과정의 지연과 패킷의 손실과 지연을 줄이는 방법이다[4]. 이동예측기법에서 이동노드는 이동할 확률이 높은 셀 목록인 히스토리 파일을 본 다음, 이동 방향을 예측하여 핸드오프를 수행하기 전, 이동노드가 이동하게 될 외부 네트워크에 사전 등록 과정을 통해 위치등록의 지연을 줄이도록 했다.

3. 효율적인 핸드오프를 위한 제안기법

3.1 문제 제시

위치 등록에 관한 기법들은 핸드오프가 발생하면 FA(Foreign Agent)들이 계층적으로 구성되어 있는 환경에서 이동노드의 핸드오프가 같은 무선 도메인에서 일어났을 때에는 HA에게 이동사실을 알리지 않고 무선 도메인의 루트가 처리하도록 제안하였다. 또한 이동노드의 핸드오프 동안에 전송되어지는 패킷들은 히스토리 파일을 통해 이동 전에 서비스를 해주던 FA가 이동 후에 서비스를 해주게 될 FA에게 미리 전달해 줌으로써, 패킷손실은 줄여주고 통신성능은 높여주었다[6]. 그러나 만약, 임의의 A,B,C,D,E에 해당하는 다섯 개의 셀이 존재하고, 임의의 한 이동노드가 {A→B→C→E→A→E→D→E→C→E→A}를 거친 경력이 있다고 하면 이동노드는 총 열번의 이동 중에 각각 (E:4번, A:2번, C:2번, D:1번, B:1번)씩 거쳤으므로, 셀 A를 확률적으로 0.2 방문했으며, 셀 B는 0.1 방문하였다. 기존의 기법들은 히스토리 파일 작성 시 이를 이용하여 단지 확률적으로 많은 {E,A,C,D,B} 순으로 파일을 작성했다. 여기서 시작점 셀 A는 이동노드가 이동을 한 셀이 아니기 때문에 히수에 포함하지 않는다.

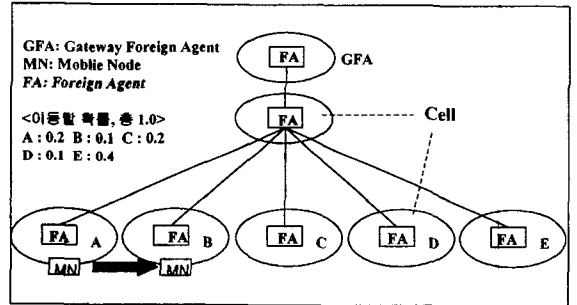
이것은 아래 [표 1]과 같다.

MN	방문 리스트	히스토리
MNa	{A→B→C→E→A→E→D→E→C→E→A}	{E,A,C,D,B}

[표 1] 이동노드 MNa 에 대한 히스토리 파일

이것은 오로지, 히수에 의한 확률적인 통계일 뿐이며, 이동노드가 위치한 셀에 대한 기준값이 존재하지 않는다. 또한, 위 관련 기법들은 이동노드가 이동할 확률이 높은 셀 목록만을 보고 이동을 예측했으므로, 이동노드가 히스토리 파일 안에 없는 셀로 이동을 했을 경우 잘못된 이동 예측이 생기게 된다.

예를 들어, [그림 2]와 같이 현재 이동노드 MNa가 위치해 있는 셀은 셀 A이다. 그리고 위의 히스토리 파일을 참고하여 이동예측을 시작한다. 그러면 이동노드는 셀 E로 이동할 확률이 0.4로 가장 높으므로 셀 E의 외부 에이전트에게 전송될 패킷과 이동노드의 위치를 사전 등록할 것이다. 그러나 실질적으로 이동노드는 셀 B로 이동을 했으므로 위의 등록과정은 잘못된 사전 등록이 된다. 그러기 때문에 다시 히스토리 파일을 참조하여 위치등록을 할 때 파일의 맨 마지막을 참고하여 이동노드 위치를 등록하므로 그만큼의 부하가 발생한다.



[그림 2] 잘못된 이동예측의 예

3.2 제안기법

이 논문에서 제안하고 있는 기법은 다음과 같다.

- ① 기존의 Mobile IP의 지역적 등록기법을 기반으로 한다
- ② 이동노드가 핸드오프를 수행하기 전에 히스토리 파일을 이용한다.
- ③ 히스토리 파일을 방향그래프로 표현한다.

히스토리 파일은 기록 파일이라는 뜻이다. 즉, 여러 개의 셀이 존재하는 무선도메인에서 과거에 이동노드가 방문했던 셀을 기록하기 위하여 주어진 기간 동안에 이동한 모든 내용을 기록하고 있는 정보를 말한다. 이런 히스토리 파일은 이동노드가 다른 외부 네트워크에 이동을 했을 경우에 과거에 이동노드가 방문했던 경로를 추적하고 이동노드의 사전등록 요구를 보내는 작업에 이용된다.

3.3 제안기법의 예

제안기법에 필요한 시스템 구조로써 모바일 환경에 모

파일 도메인과 방향그래프로 표현된 히스토리 파일을 이용하였다. 모바일 도메인은 루트라 불리우는 GFA에 중복되지 않는 고유한 셀로 각 외부 네트워크 안에 외부 에이전트들의 신호의 세기가 일정한 영역으로 구성된다. 이동노드가 이 영역을 벗어나면 현재 셀의 외부 에이전트는 이동노드가 다음에 이동할 셀의 외부 에이전트에게 사전 등록 메시지를 보낸다.

3.1절에서 언급한 히스토리 파일을 사용한다고 하면 이동노드가 {A→B→C→E→A→E→D→E→C→E→A}를 거친 이력이 있고, 또 하나의 히스토리 파일을 구성할 때, A,B,C,D,E에 해당하는 각각의 노드와 각 노드에 방향성이 있는 예지가 있는 그래프 형식으로 구성한다.

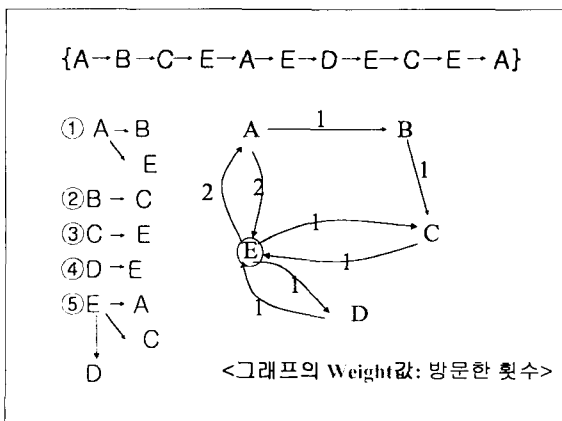
예를 들어, 이동노드는 셀 A 위치에서 셀 B와 E셀로 이동한 경로가 있으므로, A→B, A→E에 해당하는 예지를 그려준다.

결과로 나온 히스토리 파일 내에 다섯 개 셀과 경로를 기록한 방향그래프 목록은 다음 [표 1]과 같다.

노드	예지, 현재 셀→다음 셀	가중치
A	A→B, A→E	1,1
B	B→C	1
C	C→E	2
D	D→E	1
E	E→A, E→C, E→D	2,1,1

[표 2] 셀이 다섯 개인 방향그래프 목록

또한 이동노드가 현 위치에서 이동 가능한 셀을 이용해서 이동된 경로의 횟수를 그래프의 예지의 가중치로 표현하였다. 이동노드는 셀 A에서 셀 B로 이동했던 경로가 단 한 번뿐이므로 예지의 가중치는 1이고, 셀 C에서 셀 E로 이동했던 이력은 전체 이동경로에서 두 번 방문했으므로 이에 해당하는 예지의 가중치는 2이다. 다음 [그림 3] 은 [표 1]에 의해 그려진 방향그래프이다.



[그림 3] 방향그래프 사용 예

방향그래프는 각 외부 에이전트 내에 저장되어 있으며, [그림 3]에서 현재 이동노드는 셀 E에 위치해 있는 것으로 가정하였다.

이 논문에서 제안하는 기법의 히스토리와 기존 기법의 히스토리를 비교하면 다음과 같다. 기존 히스토리는 이동횟수에 의한 비율만으로 작성했기 때문에 이동노드의 현재 위치를 고려하지 않았고, 이동확률이 높은 셀 에게 우선적으로 사전등록을 수행하였다. 반면 제안하는 기법의 히스토리는 이동노드가 현재 위치해 있는 셀을 기점으로 가중치를 가진 방향 그래프를 이용하여 다음 이동 가능한 셀로의 사전등록을 수행하였다. 따라서 이동노드는 사전등록을 수행할 때 기존 기법의 히스토리의 확률 값에 의한 영향을 받지 않는다. 이에 이 논문의 3.1절에서 이동노드가 비록 셀 B로 이동할 확률이 낮더라도, 그래프의 가중치와 이동경로를 고려하여 셀 B로의 사전등록을 수행할 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구과제

이 논문에서는, 이동노드의 매끄러운 핸드오프를 위해 위치등록을 제공하는 기존 연구와 단순한 히스토리 파일을 사용했을 때 나타나는 잘못된 이동 경로 예측의 문제점을 살펴보았다. 그리고 현재 이동노드가 위치한 셀의 기준 값을 고려하여 이동되는 경로의 횟수인 가중치를 그래프의 예지의 레이블로 갖는 방향그래프로 히스토리 파일을 표현함으로써 핸드오프 중 발생할 수 있는 잘못된 사전등록을 최소화 할 수 있는 핸드오프 기법을 제안하였다.

앞으로는 실제 상황을 고려한 시뮬레이션을 통하여 제안한 기법의 성능을 검증한 후, 기존 연구되었던 기법들과 성능을 비교 분석할 것이다.

5. 참고문헌

- [1] C. E. Perkins, "Optimized Smooth Handoffs in IP", Computers and Communications, 1999. Proceedings. IEEE International Symposium on, pp 340-346, 1999.
- [2] Ian F.Akyildiz, Joseph Ho, Wenye Wang, "Mobility Management in Next Generation Wireless Systems", Proceedings in the IEEE, Vol. 87, No. 8, pp. 1347-84, August, 1999.
- [3] Guan-Chi Chen, Suh-Yin Lee, "Modeling of Static and Dynamic Guard Channel Schemes for Mobile Transactions", Vol.E84-D, No. 1, pp.87-99, January, 2001.
- [4] Hoon choi, Nader Moayeri "A Fast Handoff Scheme for Packet Data Service on the CDMA 2000 System", IEEE, 2001
- [5] Ming-HsingChiu, "Predictive Scheme for Handoff Prioritization in Cellular Network Based on Mobile Positioning", IEEE journal on selected areas in communications, Vol. 18, No. 3, March 2000
- [6] 이재용, 엄영익, "이동 컴퓨팅 환경에서 이동 예측기법을 이용한 Smooth Handoff 기법", 추계학술발표회 논문집 28권 2호, 정보과학회, pp 832-834, 2001. 10 .
- [7] 변해선, 김윤주, 이미정, "통신 성능 향상을 위한 핸드오프 방안", 춘계학술발표회 논문집 29권 1호, 정보과학회, pp.184-186, 2002. 04.